

СТАТИСТИЧНЕ ДОСЛІДЖЕННЯ РІЗНОСТІННОСТІ ТРУБ, ПРОКАТАНИХ НА АГРЕГАТІ З БЕЗПЕРЕРВНИМ ОПРАВОЧНИМ СТАНОМ

Лимонченко Е. О.¹⁾, Дрожжа П. В.²⁾ /к. т. н./, Пилипенко С. В.¹⁾ /к. т. н./

¹⁾Інститут інтегрованих форм навчання НМетАУ

²⁾Національна металургійна академія України

Наведено дослідження точності товщини стінки сталевих труб, прокатаних на агрегаті з безперервним оправочним станом. Установлено, що зі збільшенням товщини стінки труби зменшується ексцентрична складова різностінності.

Досліджено вплив товщини стінки на величину поперечної різностінності труб розміром 60x5,0 (D/S=12,0) мм і 60x3,0 мм (D/S=20,0). Проведена статистична обробка результатів вимірювань товщини стінки пакетів труб кожного типорозміру показано, що середнє значення різностінності для труб розміром 60x3,0 мм склало 15,95 % (0,487 мм), при середньоквадратичному відхиленні 3,61 % (0,116 мм); середнє значення різностінності для труб розміром 60x5,0 мм – 10,83 % (0,558 мм), при середньоквадратичному відхиленні 3,00 % (0,159 мм).

Ключові слова: агрегат з безперервним оправочним станом, труби безшовні гарячекатані, точність, поперечна різностінність.

Studies of the wall thickness accuracy of the steel pipes rolled on an unit with a continuous mandrel mill are made. It is established the decreasing of the eccentric component of the wall thickness variation if the wall thickness is increased.

The effect of the wall thickness on the magnitude of the transverse difference in pipes measuring 60x5.0 mm (D/S=12,0) and 60x3.0 mm (D/S=20,0) was investigated. Statistical processing of the measurements results of the pipes wall thickness of each standard size are made.

It is shown that the average difference value for pipes measuring 60x3 mm was 15,95 % (0,487 mm), with a standard deviation of 3,61 % (0,116 mm). The average difference value for pipes measuring 60x5 mm is 10,83% (0,558 mm), with a standard deviation of 3,00 % (0,159 mm).

Keywords: pipe-rolling unit with continuous mandrel mill, seamless hot-rolled pipes, accuracy, transverse wall thickness variation.

Приведены исследования точности толщины стенки стальных труб, прокатанных на агрегате с непрерывным оправочным станом. Установлено, что с увеличением толщины стенки трубы уменьшается эксцентричная составляющая разностенности.

Исследовано влияние толщины стенки на величину поперечной разностенности труб размером 60x5,0 мм (D/S=12,0) и 60x3,0 мм (D/S=20,0). Проведена статистическая обработка результатов измерений толщины стенки труб каждого типоразмера. Показано, что среднее значение разностенности для труб размером 60x3 мм составило 15,95 % (0,487 мм), при среднеквадратичном отклонении 3,61 % (0,116 мм); среднее значение разностенности для труб размером 60x5 мм – 10,83 % (0,558 мм), при среднеквадратичном отклонении 3,00 % (0,159 мм).

Ключевые слова: агрегат с непрерывным оправочным станом, трубы бесшовные горячекатаные, точность, поперечная разностенность.

Вступ. Точність товщини стінки – одна з найважливіших характеристик даного виду металопродукції, величина розкиду якої строго регламентується сучасними стандартами. При цьому, забезпечити дотримання даного параметра точності труби найбільш складно [1-2]. Точність готових труб є результатом формозміни труби на всіх етапах її деформації, при цьому особливо увагу слід приділяти тому агрегату, на якому остаточно формується відповідна геометрична ознака [3].

Мета роботи. Аналіз точності труб (поперечної різностінності), прокатаних на агрегаті з безперервним станом.

Актуальність досліджень. У загальному вигляді поперечну різностінність можна представити у вигляді двох складових [1, 4]: ексцентричної різностінності, а також різностінності, викликаной "гранчастості" внутрішньої і зовнішньої поверхонь. З практики трубного виробництва відомо, що для всіх труб, що не піддавалися значній мірі редукування, незалежно від способу їх виробниц-

тва, частка "ексцентричності" становить більшу частину в розкид товщини стінки поперечного перерізу труби [4].

В ТПА з безперервним станом товщина стінки формується в процесі прошивки і зменшується в ході її розкати (рис. 1) [1-2], але основний вплив на точність товщини стінки надає саме процес прошивки [2].

Труби, прокатані на ТПА з безперервним станом, мають яскраво виражені потовщення на кінцях (рис. 2). Різностінність труби на потовщених кінцях в середньому вище різностінності в середній частині труби.

Постановка задачі. Ступінь впливу більшості факторів прокатки, які можуть визначати величину різностінності готових труб, прокатаних на ТПА з безперервним станом, до кінця не уточнена. Одним з недостатньо висвітлених питань є дослідження впливу товщини стінки (показника тонкостінності) на величину різностінності труб. Тому в роботі поставлена задача за допомогою методів математичної статистики оцінити вплив товщини стінки труб на величину поперечної різностінності.

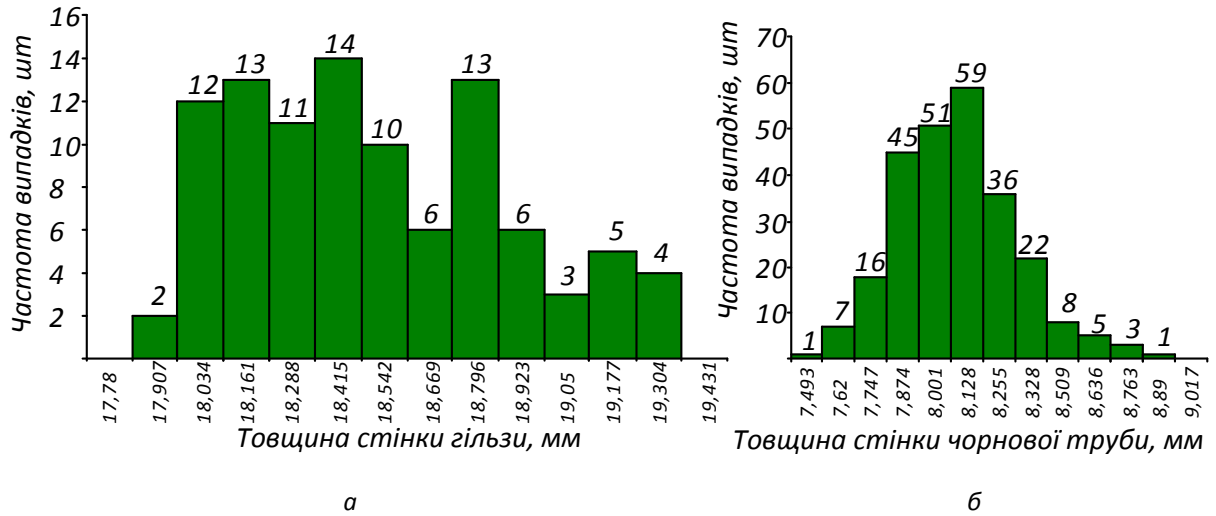


Рис. 1. Статистичний розподіл товщини стінки гільз і чорнових труб [2]

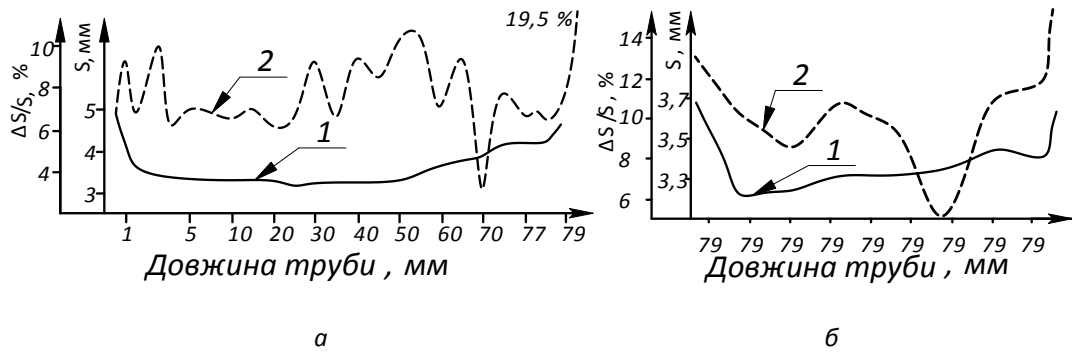


Рис. 2. Зміна середніх значень товщини стінки (1), поперечної різностінності (2) по довжині готової труби розміром: а – 45х3,5 мм; б – 76х3,5 мм [1]

Основний матеріал. Для дослідження впливу товщини стінки на поперечну різностінність труб обрано такі позиції сортаменту ТПА з безперервним станом: 73х5,5 мм (D/S = 13.3); 32х3 мм (D/S = 10.7);

93х13 мм; (D/S = 7.2). Результати вимірів товщини стінки в поперечному перерізі середньої частини труби та величини поперечної різностінності представлені відповідно в табл. 1 і табл. 2.

Таблиця 1. Зміна товщини стінки в поперечному перерізі середньої частини труб

$D_{mp} \times S_{mp}$	Номер точки виміру і значення товщини стінки, мм											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
32х3	2,8	2,9	3,3	3,2	3,1	2,9	3	3,1	2,6	2,8	3	2,7
73х5,5	5,1	5,25	5,65	5,4	5,25	5,35	5,55	5,2	4,8	5,1	5,35	5
93х13	13,15	13,75	13,9	14,2	13,1	12,4	12,75	13,55	13	13,1	12,8	13

Таблиця 2. Величина поперечної різностінності в поперечному перерізі середньої частини труб

$D_{тр} \times S_{тр}$	Номер точки заміру і значення величини відносної різностінності, %											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
32x3	-5,08	-1,69	11,86	8,47	5,08	-1,69	1,69	5,08	-11,86	-5,08	1,69	-8,47
73x5,5	-2,86	0,00	7,62	2,86	0,00	1,90	5,71	-0,95	-8,57	-2,86	1,90	-4,76
93x13	-0,57	3,97	5,10	7,37	-0,95	-6,24	-3,59	2,46	-1,70	-0,95	-3,21	-1,70

Виділення ексцентричної і симетричної різностінності здійснено за підходом, викладеним в [1]. Для цього визначимо середню товщину стінки S_{cp} , ексцентриситет e , частину дисперсії, що обумовлена ексцентричною складовою σ_e^2 , сумарну дисперсію товщини стінки σ_s^2 , долю ексцентричної різностінно-

сті a_e , фактичну абсолютну величину поперечної різностінності ΔS_ϕ , і розрахункову величину абсолютної поперечної різностінності ΔS_p . Результати статистичної обробки експериментальних замірів товщини стінки в поперечних перерізах труби представлено в табл. 3.

Таблиця 3. Результати статистичної обробки експериментальних замірів товщини стінки в поперечних перерізах труби

$D_{тр} \times S_{тр}$, мм	S_{cp} , мм	e , мм	σ_e^2 , мм ²	σ_s^2 , мм ²	a_e , %	ΔS_ϕ , мм	ΔS_p , мм
32x3	2,92	0,137	0,039	0,009	24,0	0,7	0,72
73x5,5	5,25	0,146	0,050	0,011	21,2	0,85	0,815
93x13	13,2	0,290	0,318	0,042	13,2	2,2	2,03

З табл. 3 слідує, що зі збільшенням товщини стінки труби знижується частка різностінності, яка викликана ексцентричністю. В цілому для даного агрегату характерний більший вплив на точність труб поздовжньої прокатки в круглих калібрах: в безперервному оправочному стані і багатокліткових станах безоправочної прокатки. У перших двох випадках, при редукуванні труб на готовий розмір, істотно зростає частка гранчастості, що залежить від сумарного обтиску по діаметру і величини натягнення.

Для дослідження впливу товщини стінки на величину поперечної різностінності відібрано два пакети труб: 60x5 мм ($D/S = 12$) та 60x3 мм ($D/S = 20$). Після прокатки всі труби піддалися ультразвуковій діагностиці, в ході якої, серед інших параметрів, була визначена поперечна різностінність труб у всіх перерізах вздовж кожної труби. Результати оцінки точності труб показані на полігонах частот відносної і абсолютної поперечної різностінності (рис. 3).

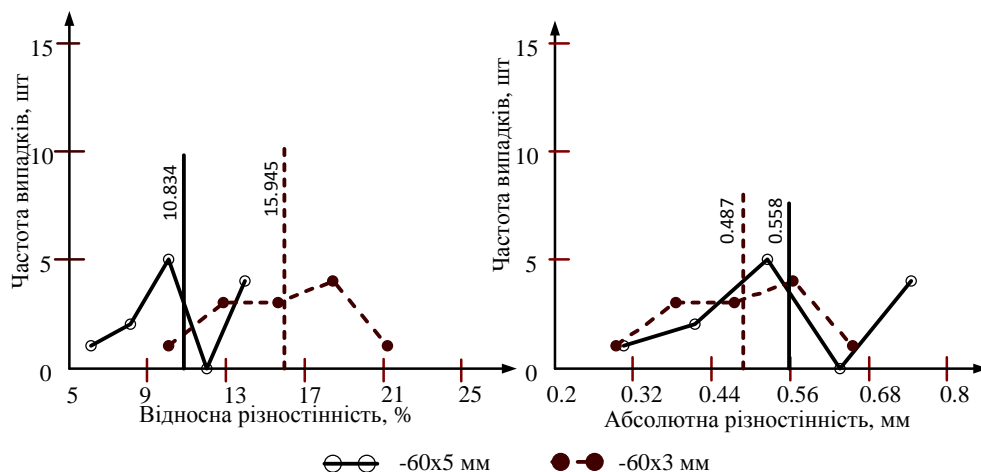


Рис. 3. Полігони поперечної різностінності труб розміром 60x3 та 60x5 мм зі сталі 20, прокатаних на ТПА з безперервним станом

Як видно з полігонів, середнє значення різностінності пакету труб розміром 60x3 мм, склало 15,945 % (0,487 мм), при середньоквадратичному відхиленні 3,606 % (0,116 мм). середнє значення різностінності пакету труб розміром 60x5 мм, склало 10,834 % (0,558 мм), при середньоквадратичному відхиленні 2,999 % (0,159 мм).

ВИСНОВКИ

1. Зі збільшенням товщини стінки труби знижується частка різностінності, що викликана ексцентричністю.

2. В результаті досліджень виявлено, що зі зменшенням товщини стінки зменшуються абсолютні величини різностінності, а величина відносної різностінності збільшується.

3. При зменшенні значень середньоквадратичного відхилення абсолютної різностінності, збільшуються значення середньоквадратичного відхилення відносної різностінності труб в пакеті. Тобто, при зменшенні товщини стінки (збільшенні показника тонкостінності) розкид значень відносної різностінності в пакеті збільшується.

ПЕРЕЛІК ПОСИЛАНЬ

1. Столетний М.Ф. Точность труб / М.Ф. Столетний, Е.Д. Клемперт – М.: Металлургия, 1975. – 239 с.
2. Выдрин А.В. Теоретические основы повышение точности размеров труб при прокатке на непрерывном стане / А.В. Выдрин, В.В. Широков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. Сборник научных трудов №14. – ЮУрГУ: Челябинск, 2011. – С. 81-86.
3. Храмов Е.В. Оценка влияния различных факторов на точность труб / Е.В. Храмов, В.В. Широков // Вестник Южно-Уральского государственного университета. Серия: Металлургия. Сборник научных трудов №4. – ЮУрГУ: Челябинск, 2014. – С. 76-79.
4. Струин Д. О. Исследование точности проката на ТПА со станом PQF / Д. О. Струин // Инновационные технологии в металлургии и машиностроении: материалы 6-й международной молодежной научно-практической конференции "Инновационные технологии в металлургии и машиностроении. Уральская научно-педагогическая школа имени профессора А. Ф. Головина", [г. Екатеринбург, 29 октября - 1 ноября 2012 г.]. – Екатеринбург : Изд-во Урал. ун-та, 2012. – С. 499-501.